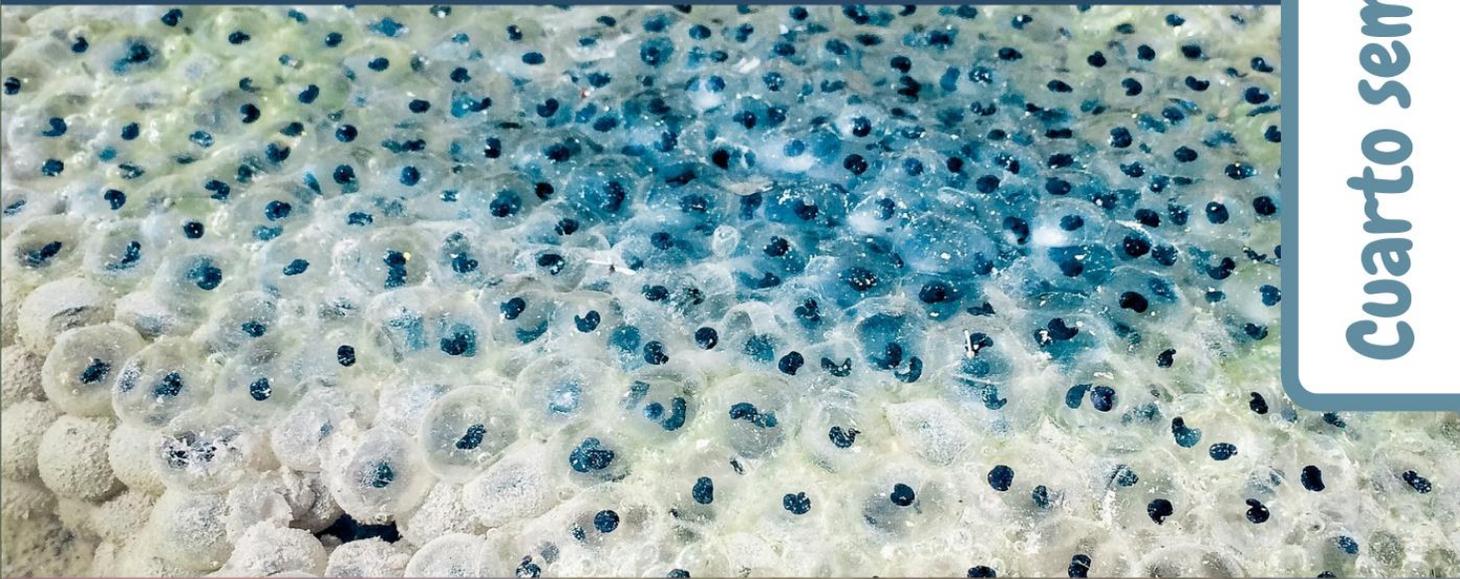


CARRERA TÉCNICA EN ACUACULTURA

Módulo 3. Produce peces

Cuarto semestre



Submódulo 1

Dirección General de Educación Tecnológica Agropecuaria y Ciencias del Mar

Créditos

Desarrollo de Contenido

Alfredo Brito González

Genny Beatriz Canul Ramírez

Revisión técnico – pedagógica y edición

Arit Furiati Orta

Itandehui García Flores

Judith Doris Bautista Velasco

Equipo de apoyo

Nelyda Fosado Revilla

México, 2021.

Presentación

Actualmente los procesos de enseñanza y de aprendizaje se han diversificado en las formas, métodos y medios a través de los cuales se realizan para brindar una educación de calidad, por lo que cada día las instituciones educativas deben coadyuvar en dichos procesos a través de estrategias y acciones que favorezcan en los alumnos la adquisición de los aprendizajes tanto con la mediación de un docente de manera presencial como, en ocasiones singulares, a distancia.

Acorde con los principios de la Nueva Escuela Mexicana, los alumnos son sujetos activos y responsables de su propio aprendizaje, por lo que Dirección General de Educación Tecnológica Agropecuaria y Ciencias del Mar (**DGETAyCM**) pone a disposición de los estudiantes el presente material de apoyo que tiene el propósito de brindar elementos teóricos de los módulos profesionales de la carrera técnica en **Acuicultura**, así como el reforzamiento de estos a través de actividades de aprendizaje.

El material está organizado de modo progresivo para abordar los contenidos de la carrera Técnico en Acuicultura en el presente material se analizarán el **Módulo III “Produce peces”** con sus respectivos submódulos:

- Submódulo 1. Selecciona reproductores para el desove
- Submódulo 2. Incuba huevos de peces
- Submódulo 3. Controla el desarrollo durante la engorda

En este cuadernillo se abordará el **Submódulo 1. Selecciona reproductores para el desove**.

El primer apartado de cada lección denominado **“Contextualizando”** se muestra un primer acercamiento a los conceptos que se abordan, articulándolos con escenarios y situaciones de la vida cotidiana, con la intención de realizar asociaciones derivadas de los conocimientos previos de los estudiantes. En el apartado **“Vamos a aprender”** se integra información para analizar los conceptos y características de la temática. En la sección de **“Actividades de aprendizaje”** se proponen actividades para para asimilación de los principales conceptos y características del tema. En el apartado **“Autoevaluación”** se plantean una serie de indicadores de desempeño que buscan evaluar los aprendizajes e identificar los contenidos a reforzar. Finalmente, en la sección **“Para saber más”** se proporcionan recomendaciones para complementar los contenidos como videos y lecturas.

Deseamos que este material apoye la formación académica y sea una herramienta de utilidad en los procesos de aprendizaje para los estudiantes.

Índice

	Pág.
Submódulo 1. Selecciona reproductores de peces para el desove.	
Preparación del área de desove ----- (Alfredo Brito González y Genny Beatriz Canul Ramírez)	7
La pareja ideal ----- (Alfredo Brito González y Genny Beatriz Canul Ramírez)	18
Desove natural vs desove inducido----- (Alfredo Brito González y Genny Beatriz Canul Ramírez)	27

Estructura didáctica

Este material está dividido en submódulos y a lo largo de cada uno de ellos encontrarás diferentes secciones las cuales te facilitarán el abordaje de cada contenido.

En esta sección se delimitarán conceptos y características del tema a revisar, así como articulación de los contenidos con tus conocimientos previos relacionados con el tema y la relevancia de éstos en tu formación profesional/académica.

Contextualizando



¿Otras cosas se pueden descargar o subir? ¿El agua se almacena en las nubes?

¡Vamos a aprender!

En la actualidad has escuchado mencionar el término *computación en la nube*, o has oído decir "coloca tu información en la nube", "subelo en la nube", pero ¿sabes qué es?

La *nube* es un modelo de soporte tecnológico que brinda acceso a un conjunto de recursos e información compartidos, por ejemplo: servidores, almacenamiento, aplicaciones y servicios.

En esta sección encontrarás información para analizar los conceptos y características del tema con énfasis en las competencias profesionales.



Actividades de aprendizaje

Lee las siguientes oraciones y subraya la respuesta correcta.

- Este tipo de nube se caracteriza por ofrecer servicios que pueden ser gratuitos o pagos.
a) Encriptar b) Pública
- Si su uso es exclusivo de una persona o una empresa, se le conoce como nube privada.
a) Híbrida b) Cifrar
- Difunde servicios donde se comparte información, música, videos, tutoriales, cocina, entre otros.
a) Híbrida b) Pública
- Ocultar el contenido de un mensaje a similitud de un correo electrónico.
a) Cifrar b) Pública
- Si al conectarte a la red no te solicita una contraseña, es probable que estés conectado a una red tipo WPA2 (Acceso Wi-Fi protegido 2).
a) Cifrar b) Seguridad en la nube

Emplearás los contenidos revisados para asimilar los principales conceptos y promover el desarrollo de las competencias profesionales.



Autoevaluación

Reflexiona y evalúa los conocimientos, habilidades y actitudes que adquiriste en esta sección.

Coloca una X en la columna que corresponda al desempeño que consideras que tienes para cada indicador.

Indicadores	Lo puedo hacer	Tengo dudas	Necesito trabajar más
Comprendo el concepto de computación en la nube.			
Conozco cuáles son las ventajas del uso de la computación en la nube.			
Entiendo cuáles son las desventajas del uso de la computación en la nube.			

Evaluarás tus aprendizajes sobre los temas abordados e identificarás los contenidos que debes reforzar.



Para saber más

- Capacítate para el empleo (2021). Curso Fundamentos de cómputo en la nube. Slim Fundación Carios <https://capacitaparaelempleo.org/pages/nhp?~tema6tagID=8410>
- Stallance, Self-defense (2018). *Qué debo saber sobre el cifrado*. <https://ssd.eff.org/es/module/%C2%BFq/%C3%A9-es-el-cifrado>

En este apartado se te proporcionan recomendaciones para profundizar en los contenidos.

Submódulo



Selección reproductores para el desove

Competencias profesionales

- Acondiciona área de desove de acuerdo con la especie.
- Identifica características morfológicas deseables en reproductores.
- Prepara desove natural y/o inducido.

Preparación del área de desove



La piscicultura se refiere al cultivo de peces, el cual, al realizarse bajo condiciones controladas permite regular la reproducción y el crecimiento de los organismos. Con la finalidad de obtener alimento para consumo humano y evitar que exista sobreexplotación de los peces en su medio natural.

Estos cultivos se realizan en ambientes naturales o artificiales controlados como es el caso de los estanques los cuales deben elegirse de acuerdo con el tamaño y características de la especie que se desee cultivar.

¿Sabías que es fundamental tener conocimiento de las características y forma de cultivo de una especie en la acuicultura? Esto se debe a que es necesario de acuerdo con las leyes que regulan la producción, producir alimentos aptos para el consumo y puedan servir para el mercado nacional e internacional.

En este submódulo conocerás aspectos fundamentales relacionados con las características de reproductores, preparación de un área para desove, mantenimiento, aclimatación y técnicas para el desove inducido. Los cuales forman parte de las competencias profesionales a desarrollar.

A lo largo de las actividades reforzarás competencias genéricas como el ser crítico y reflexivo, serás capaz de generar tu autoaprendizaje y comprender la importancia de contribuir al desarrollo sustentable. Así como reforzarás competencias disciplinares relacionadas con matemáticas, biología, ecología y química.



Fotografía: Brito González, 2021.

¿Sabes que especie puedes cultivar de acuerdo con sus características morfológicas? ¿En qué tipo de estanque puedes colocar reproductores o crías? ¿Qué te gustaría producir como acuicultor?



¡Vamos a aprender!

El cultivo de peces es muy variado ya que es posible adaptar a las especies a diferentes tipos de infraestructura tales como: estanques rústicos o de concreto, jaulas flotantes, canales de corriente o flujo rápido, estanques y corrales. Por lo que es necesario determinar el tipo de infraestructura que se va a utilizar, ya que cada uno tiene condiciones y características propias.

Actualmente la producción de peces se realiza en gran proporción en estanques circulares de agua dulce, los cuáles, debido a sus cualidades permiten un óptimo crecimiento y desarrollo de los organismos.



Estanque de concreto, CETMAR 2, Campeche. Fotografía: Brito González, 2021.

Estanque circular de geomembrana. San Pedro, Pochutla Oaxaca. Fotografía: CBTA 37, 2018,





Estanque rústico. Fotografía: Ruíz Andrade, 2021.

Para seleccionar el área adecuada en donde se establecerá un estanque para realizar el desove se deben considerar los siguientes factores.

- a) Temperaturas con rangos óptimos y pequeñas variaciones acorde a la especie.
- b) Agua de buena calidad y en cantidad suficiente.
- c) Buena concentración de oxígeno.
- d) Terrenos aceptables en cuanto a topografía y materiales que lo componen.
- e) Zonas no contaminadas con pesticidas.

Acondicionamiento del área

Los estanques que se pueden utilizar para reproductores deben ser pequeños para un manejo más sencillo: El área puede variar de 100 a 500 m², con una profundidad máxima de 100 a 150 centímetros, donde se puede utilizar estructuras de concreto o jaula de malla. Dichas estructuras, en el fondo, se pueden cubrir con arena para mejorar la producción de alevines u ocupar estanques pequeños de arcilla, para facilitar el manejo y la reproducción de estos (Hsien-Tsang y Quintanilla, 2008).

El estanque debe contar con su respectiva tubería que permita la entrada y salida de agua; llaves de paso para regular y controlar el nivel del agua, aireadores mecánicos como los difusores para mejorar la oxigenación. Y el diseño de las instalaciones debe permitir que las labores de limpieza se puedan realizar correctamente, con suficiente espacio para el tránsito de personal y para el uso adecuado de equipos y materiales.



Estanques acondicionados, CETAC 02, Tezontepec de Aldama, Hidalgo. Fotografía: García Barrera, 2021.

Cuando los estanques han estado en uso es necesario vaciarlo por completo para exponer el fondo a los rayos solares, el cual tiene un importante efecto esterilizante, ayuda al secado total y a eliminar posibles agentes patógenos. Después de desaguar, cuando quedan desperdicios en el estanque, éstos deben ser esterilizados para empezar el ciclo de reproducción en un ambiente limpio.



Desagüe de estanque, CETMAR 2, Campeche. Fotografía: Brito González, 2021.



Limpieza y desinfección de estanque CETMAR 10, Chetumal Q. Roo. Fotografía: Canul Ramírez, 2021.



Estanque acondicionado, CETMAR 10, Chetumal Q. Roo. Fotografía: Canul Ramírez, 2021.

Posterior al uso del estanque se vuelve a drenar para prepararlo nuevamente para un nuevo proceso de producción, con el respectivo secado total por exposición al sol por lo menos por una semana, lo cual facilita la descomposición y el rompimiento de la materia orgánica permitiendo hacer una mejor limpieza dentro y fuera del estanque. Es muy importante mantener los estanques tan limpios como sea posible, eliminando los excesos de materia orgánica en el fondo.

Mantenimiento del área

Los estanques piscícolas requieren de un manejo y mantenimiento periódico adecuado, tanto de la infraestructura como de las herramientas con la finalidad de reducir los riesgos que pudieran afectar el desove.

Algunos aspectos que se consideran son los siguientes:

- Se debe vigilar que no exista estancamiento de agua por causa de las lluvias, que propicien estancamiento y sedimentación en los canales del estanque.
- Evitar árboles lejos del estanque que impida la entrada de luz natural y la caída de hojas, que al podrirse genere exceso de materia orgánica y provoque un cambio en los niveles de oxígeno.
- Eliminar troncos, ramas o raíces enterradas que puedan dañar al estanque.,
- Los estanques deben ser monitoreados en parámetros fisicoquímicos con equipos adecuados. Principalmente de oxígeno disuelto, temperatura, pH y transparencia.
- Los estanques se recomiendan con profundidades de 1m a 1.20m y en la parte más profunda de 1.50 m a 1.80 m, con recambios parciales de agua, para regular la temperatura y la incidencia de la radiación solar que se estratifique mejor en el estanque.

- El oxígeno disuelto es un indicador de la calidad de agua, crítico para el buen resultado de la producción. Por lo que en los estanques se consideran aireadores artificiales, para regular la concentración de este gas, el cual puede disminuir por los procesos respiratorios de microorganismos que se encuentran en el estanque como bacterias, fitoplancton y zooplancton, insectos, peces, además de los procesos de oxidación de la materia orgánica (alimento no consumido, heces fecales).
- El pH es un parámetro que indica la condición ácida o básica del agua. El agua con valores que oscilan entre 6.5 a 9 registrados por la mañana son los ideales.
- La Turbidez es un parámetro que hace referencia a la dificultad para el paso de la luz a través de la columna de agua en el estanque, el cual se puede revisar con el disco de secchi. El grado de transparencia del agua puede estar asociado a la presencia de plancton y/o materiales orgánicos e inorgánicos en suspensión.



Uso del oxímetro para determinar temperatura y nivel de oxígeno, CETMAR 10, Chetumal, Q. Roo. Fotografía: Canul Ramírez, 2021.



Disco de secchi. Fotografía: CETAC 06, 2021.

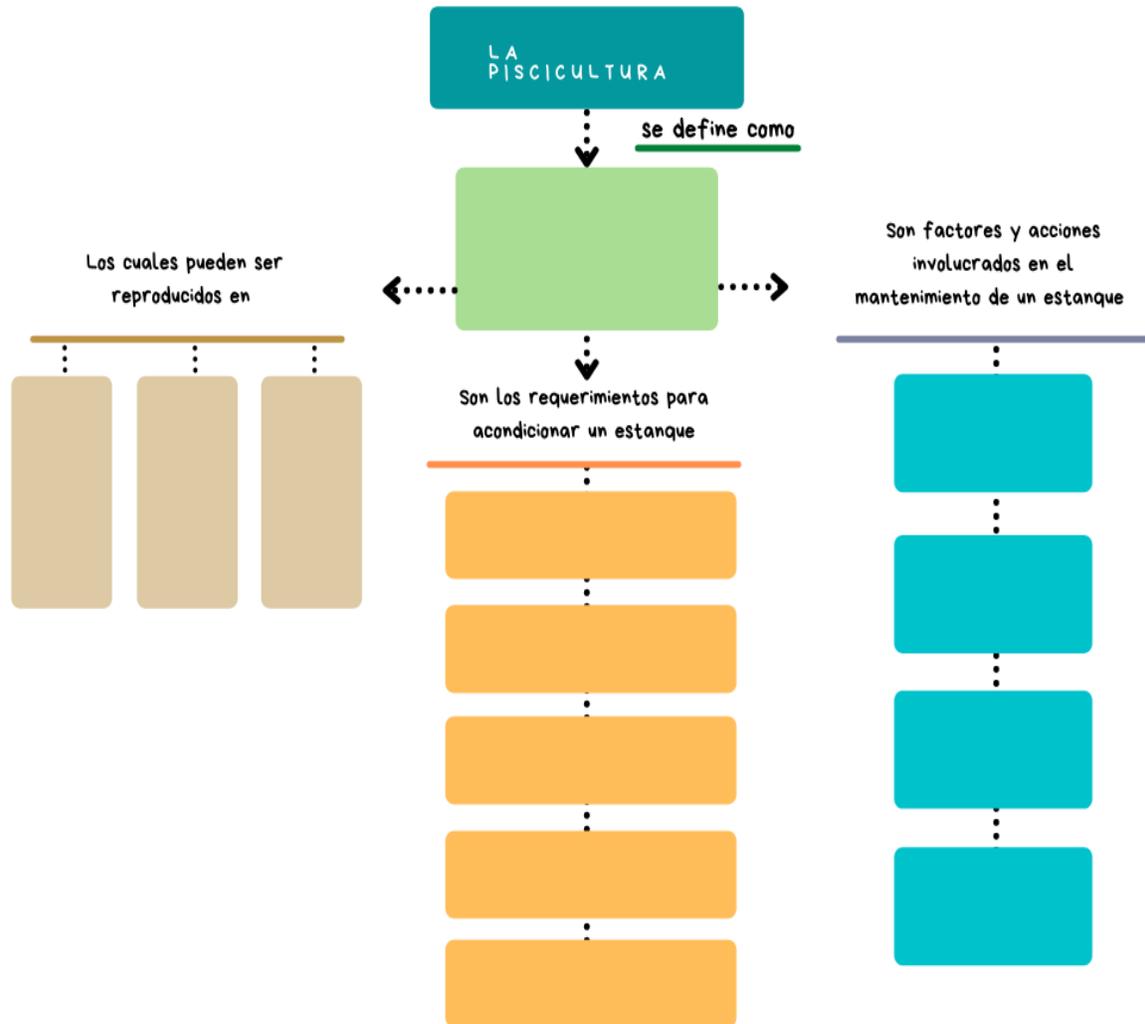
Fuentes:

- Bocek, A. (2003 b). Introducción al Cultivo de Peces en Estanques. International Center for Aquaculture. Alabama. pp. 18.
- Bocek, A. (2003 c). Fertilizantes Orgánicos Para Estanques Piscícolas. International Center for Aquaculture. Alabama. pp. 14.
- Memoria del Curso Nacional de Acuicultura. (2002). Curso de acuicultura básica: Énfasis en tilapia y trucha. Incopesca, SSC-TEC. Santa clara, San Carlos. Pp. 13-47.
- Garcés G., K. & Capistrán B. A. (2014). Manual de prácticas de producción acuícola. Universidad Veracruzana. Universidad Veracruzana: Facultad de ciencias biológicas y agropecuarias. Tuxpan, Veracruz. pp. 33.
- Hsien-Tsang, Su. y M. Quintanilla. (2008). Manual sobre Reproducción y Cultivo de Tilapia. CENDEPESCA. San Salvador. pp. 68
- Vidal-Martínez, V.M., M.A. Olvera-Novoa, V. Morales, J. Cuéllar-Anjel, A. Riofrío, R. Morales, M.C. Chávez, O. García, L. Montoya y P. Barato. (2017). Manual de Buenas Prácticas de Manejo para la Piscicultura en Agua Dulce. OIRSAOSPESCA, C.A. pp. 145



Actividad de aprendizaje

Completa el siguiente mapa conceptual basado en la información anterior.



Observa cada imagen y describe la actividad que se está desarrollando, e indica si es de mantenimiento o acondicionamiento de un área de desove.







Estanques de geomembrana del plantel CETMAR 10, Chetumal, Quintana Roo. Fotografía: Canul Ramírez, 2021.







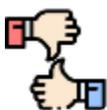
Estanques de geomembrana del plantel CETMAR 10, Chetumal, Quintana roo. Fotografía: Canul Ramírez, 2021.



Para saber más

Recomendaciones para complementar tus aprendizajes.

- Cultivo intensivo de tilapia o mojarra en estanques de geomembrana <https://www.youtube.com/watch?v=wdkzdCANm08>
- Escuela de Campo: Reproducción piscícola <https://www.youtube.com/watch?v=qB-arJ3Y7Wg>
- Cultivo intensivo de tilapia o mojarra en estanques de geomembrana <https://www.youtube.com/watch?v=bgyMt80EBQs>
- Sexado de tilapia <https://www.youtube.com/watch?v=XMxeXttJZ8k>
- Un increíble criadero de peces <https://www.youtube.com/watch?v=Mnc76Snk3TQ>
- Siembra - Reproducción Inducida en Peces <https://www.youtube.com/watch?v=LbmweVm1xjs>



Autoevaluación

Indicadores	Lo puedo hacer	Tengo dudas	Necesito trabajar más
Identifico el concepto de piscicultura.			
Identifico un área de desove para reproductores.			
Identifico las características mínimas de un área de desove.			
Puedo explicar el acondicionamiento y mantenimiento de un estanque para el desove.			
Comprendo la importancia del mantenimiento de un estanque para el desove.			

La pareja ideal



Contextualizando

En la producción acuícola es de vital importancia conseguir la mayor producción en un corto tiempo y a un costo mínimo. Para ello, es necesario seleccionar una especie resistente a determinadas condiciones ambientales a la vez que tenga características biológicas que en conjunto determinen su rentabilidad y éxito como cultivo.

Un aspecto fundamental, es la selección de reproductores, los cuales deberán ser individuos sanos y sexualmente maduros. Los organismos pueden provenir del medio natural y ser acondicionados en cautiverio, de una granja de engorda, de un laboratorio especializado, o de un proceso de selección genética preestablecido.

En este apartado, identificarás una de las competencias profesionales relacionada con las características morfológicas indispensables en los reproductores. Comprenderás la relación entre los niveles de organización química, biológica, física y ecológica de los sistemas vivos, como parte de las competencias disciplinares. Así como desarrollarás como competencia genérica la forma de solucionar un problema o desarrollar un proyecto definiendo curso de acción con pasos específicos.

¿Sabías que?, el consumo de pescado producido a través de la acuicultura además de servir para alimentar a la población en el mundo también ayuda a reducir el impacto por la disminución de extracción de organismos del medio natural ¿Qué especie comercial te gustaría cultivar?



Selección de reproductores de carpas, Fotografía: Ruíz Andrade, 2021.



¡Vamos a aprender!

La reproducción es un proceso biológico, a partir del cual los seres vivos generan nuevos organismos con características semejantes a los progenitores. Las formas básicas de reproducción son la sexual y la asexual. Gracias a esta característica distintiva, todos los organismos crean a su descendencia y aseguran la perpetuación de su especie.

En el caso de los peces la mayoría de las especies son dioicas, es decir, nacen como machos o como hembras, por lo que el tipo de reproducción es sexual, y, por el desarrollo de las crías las tres maneras principales de reproducción son:

Reproducción ovípara. Los huevos son expulsados al medio acuático y fertilizado de forma externa, la cría se desarrolla dentro del huevo hasta su nacimiento.



Reproducción vivípara. La fecundación es interna, el embrión se desarrolla dentro de la madre, en un periodo de gestación, para después expulsar a las crías completamente formadas, lo que asegura una mayor sobrevivencia.

Reproducción ovovivípara. La hembra forma huevos en su interior, que son fecundados internamente por el macho, ahí se desarrollan, hasta que una vez listos para eclosionar los huevos, la hembra deposita o expulsa a las crías al agua antes o después de producido el nacimiento.



Obtención de reproductores

Una reproducción exitosa requiere que el organismo reproductor macho y hembra sean individuos sanos y sexualmente maduros.

Los reproductores se pueden obtener:

- 1) **Del medio natural**, a partir de un método de captura. En donde los organismos vivos son llevados a la granja para conservarlos en estanques de reproducción hasta que alcancen la madurez sexual o en estanques de mantenimiento, según la estación de desove si son sexualmente maduros.



- 2) **De una granja**, los peces reproductores, pueden ser criados en la propia granja, los cuales, con un manejo adecuado se obtienen organismos más sanos, seleccionados especialmente para el proceso de reproducción.



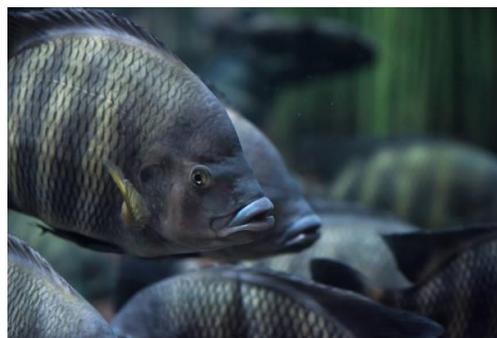
Estanque de cemento, con cubierta de filtrasol, alimentación de trucha arcoíris, Fotografía: Ruíz Andrade, 2021.



Selección de carpa en estanque rústico. Fotografía: Ruíz Andrade, 2021.

Selección de reproductores

Si los organismos provienen de un medio natural, los peces son capturados, seleccionados y posteriormente observados para determinar por sus características físicas los más adecuados como reproductores. Al capturarse se revisa para descartar lesiones en las aletas pectorales, ventrales y anales, verificar la coloración de las aletas pectorales y pélvicas y la condición de la aleta caudal y anal.



Cuando los organismos provienen de una granja, los reproductores se seleccionan al llegar la época de reproducción. Utilizando peces que estén listos para desovar.



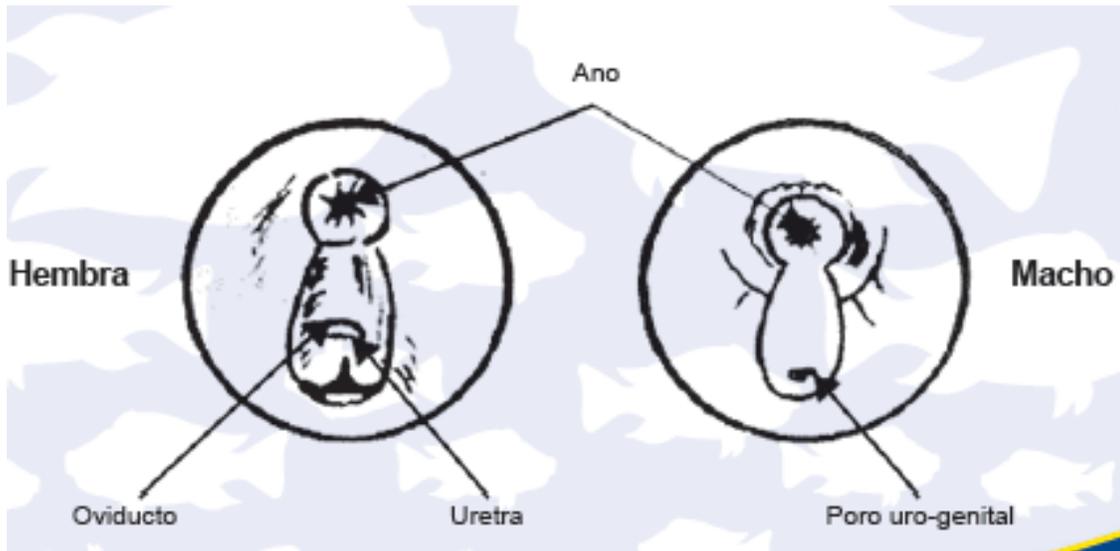
Selección de reproductores maduros de carpas. Fotografía: Ruíz Andrade, 2021

En el caso de los reproductores machos cuando se encuentran en la etapa de madurez sexual, es posible observar unas gotas de lechaza al apretar ligeramente el abdomen. En el caso de los reproductores hembra, la apertura genital se observa inflamada y protuberante, de color rojizo/rosáceo y el abdomen se nota con una forma redondeada y blanda, lo que indica que las gónadas ya se encuentran desarrolladas y listas para el desove y la fertilización.



Revisión de gónadas en ejemplares de tilapia, CETMAR No 10, Chetumal Quintana Roo. Fotografía: Canul Ramírez, 2021.

Revisión sexual en mojarra



Papilas genitales en tilapia, tomado de: Hsien Tsang y Quintanilla 2008.

En la selección de reproductores, se toma en cuenta organismos machos y hembras con un peso, talla y características físicas adecuadas de acuerdo con la especie. Una vez seleccionados se mantienen por separado machos y hembras.



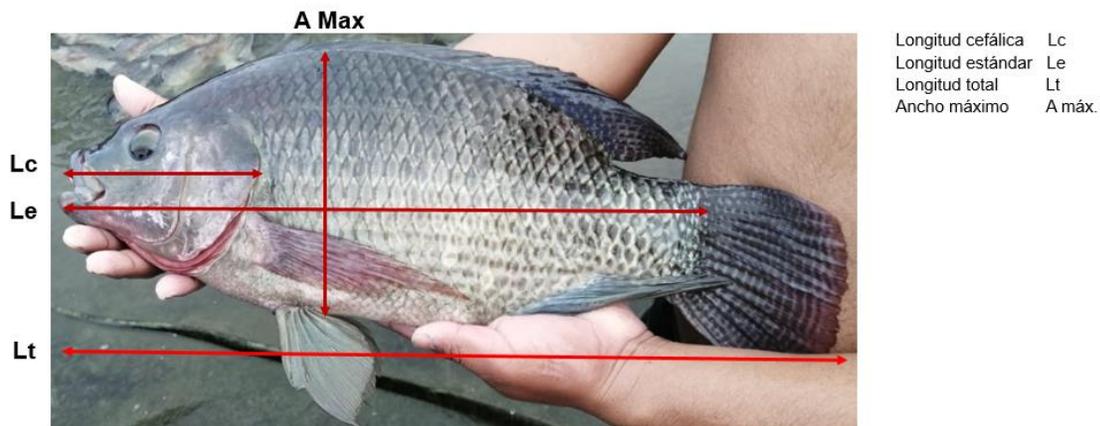
Separación de machos y hembras en cultivo de tilapia, CETMAR 10, Chetumal, Quintana Roo. Fotografía: Canul Ramírez, 2021.

Biometría de los reproductores

La biometría se refiere a la toma de medidas de los seres vivos que ayuda a determinar parámetros de talla y peso. Para el caso de peces reproductores la biometría, permite determinar organismos con las medidas específicas requeridas de acuerdo con la especie.

Dentro de los parámetros biométricos considerados están: 1) El largo total (Lt) considerado desde el hocico hasta la punta de la cola, 2) El largo estándar (Le) que va de la punta del hocico hasta la terminación del pedúnculo caudal, 3) Longitud cefálica (Lc) medido de la punta del hocico hasta la terminación del opérculo, 4) Ancho máximo (A máx) se mide desde el ancho que va de la parte ventral de la quilla hasta el inicio de la aleta dorsal.

Medidas biométricas



Parámetros biométricos en reproductores maduros de tilapia, CETAC 02, Tezontepec de Aldama Hidalgo.

Fotografía: García Barrera, 2021. Adaptado de Ibáñez-Aguirre, et al. (2006) y Bernal, 2019.

Por último, se pesa el organismo con una balanza granataria, para determinar si el peso del ejemplar es el requerido de acuerdo con la especie que pueda servir como organismo reproductor.



Biometría en tilapia, peso del organismo, CETMAR 10. Chetumal, Quintana Roo. Fotografía Canul Ramírez, 2021.

Una vez seleccionados los organismos que formarán el lote de reproductores, se procede a la siembra de los peces en el área seleccionada que puede ser un estanque, jaula, pecera u otro espacio de acuerdo con las características de la especie.



Estanques de geomembrana, Fotografía: García Barrera, 2021.



Estanques de cemento, Fotografía: García Barrera, 2021.

Los peces al ser poiquilothermos (no regulan su temperatura, sino que utilizan la temperatura del medio para adaptarse), se deben adaptar para regular su temperatura con la del medio para evitar un shock térmico, que pueda provocar una mortandad. En el proceso de siembra de los reproductores se contempla un proceso de aclimatación, para equilibrar la temperatura del agua de origen y el agua donde van a ser sembrados o depositados.

Fuentes:

- Alianza para el Campo, FUNPROVER Y SAGARPA. (2008). Manual de Producción de Tilapia con Especificaciones de Calidad de Inocuidad. Pp. 144.
- Bernal C., A. Y. (2019). Análisis de los factores que influyen en el crecimiento de la carpa común (*Cyprinus carpio*) en condiciones ornamentales, provincia Murillo, ciudad de La Paz, Bolivia. *Agro-Vet*, 3 (1): 321-329. Disponible en <http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2523-20372019000100004&lng=es&nrm=iso>. accedido el 15 marzo 2021.
- Bocek, A. (2003 a). Cultivo de Machos de Tilapia Sexados a Mano. International Center for Aquaculture. Alabama. pp 8.
- De Juan, H. J., García-Irles, M., Pérez-Cañaveras, R. M. & Mengual, M. R "Influencia del sistema visual en la reproducción de los peces". En: *Acuicultura I: biología marina: reproducción y desarrollo* / editores, Salvador Zamora Navarro, Blanca Agulleiro Díaz, Mª Pilar García Hernández. Murcia: Servicio de Publicaciones, Universidad de Murcia, 2001. ISBN 84-8371-192-3, pp. 191-217.

- Ibáñez-Aguirre. A. L., Cabral-Solís, E., Gallardo-Cabello. M. & Espino-Barr, E. (2006). Comparative morphometrics of two populations of *Mugil curema* (Pisces: Mugilidae) on the Atlantic and Mexican Pacific coasts. *SCI. MAR.*, 70 (1): 139-145.
- Muñoz, Avelino, Segovia, Elio, & Flores, Héctor. (2012). Acondicionamiento de reproductores, desove y cultivo larval de *Graus nigra* (Philippi, 1887) (Kyphosidae: Girellinae). *Latin american journal of aquatic research*, 40 (SpecIssue), 584-595. Disponible en: <https://dx.doi.org/103865/vol40-issue3-fulltext-8>
- Vidal-Martínez, V.M., M.A. Olvera-Novoa, V. Morales, J. Cuéllar-Anjel, A. Riofrío, R. Morales, M.C. Chávez, O. García, L. Montoya y P. Barato. (2017). Manual de Buenas Prácticas de Manejo para la Piscicultura en Agua Dulce. OIRSAOSPESCA, C.A. pp. 145.
- Imágenes tomadas de pixabay.com



Actividad de aprendizaje

Ahora, para reafirmar tus conocimientos sobre el tema, resuelve las siguientes actividades con la información que leíste anteriormente.

Coloca en la tabla lo que se solicita sobre los tipos de reproducción.

Tipo de reproducción	La fecundación es ¿interna o externa?	¿Dónde se desarrollan las crías?
Ovípara		
Vivípara		
Ovovivípara		

Menciona tres aspectos relevantes sobre la obtención y selección de reproductores.

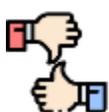
1. _____
2. _____
3. _____

¿Cuál es el dato biométrico que muestra la imagen? Describe brevemente.



Respuesta.

Ejemplar adulto de tilapia, Fotografía: García Barrera, 2021.



Autoevaluación

Indicadores	Lo puedo hacer	Tengo dudas	Necesito trabajar más
Identifico el concepto de reproducción.			
Comprendo la diferencia entre reproducción sexual y asexual.			
Identifico las características mínimas de un organismo reproductor.			
Puedo explicar la forma de obtener un organismo reproductor.			
Comprendo la importancia de seleccionar organismos sanos y en condiciones óptimas para la reproducción.			



Para saber más

Recomendaciones para complementar tus aprendizajes.

- Cría de peces. Selección de reproductores
<https://www.youtube.com/watch?v=C8pqQJs2y2w>
- Selección de reproductores para obtención de alevines
<https://www.youtube.com/watch?v=eXn1lzfc4CA>

Desove natural vs desove inducido



Contextualizando

El proceso reproductivo, es uno de los más importantes para un ser vivo, sin ello, la supervivencia de la especie se pone en riesgo. En la acuicultura, el control de los ciclos reproductivos de las especies cultivadas bajo condiciones de cautiverio representa uno de los aspectos más importantes para obtener una producción exitosa. A pesar de ser una actividad llevada a cabo desde hace mucho tiempo aún falta investigación sobre mejoramiento genético que permita establecer un control sobre las funciones reproductivas. Lo anterior, se debe a que, bajo estas condiciones, se ha observado que los peces sufren disfunciones en los aspectos reproductivos, entre ellos, la falla en la maduración final de los ovocitos, la ovulación o el desove en el caso de las hembras y en los machos la disminución en la producción de semen o la calidad de las células espermáticas.

Muchos de los trastornos reproductivos se asocian a las condiciones ambientales a las que se somete el organismo en cautiverio que ocasiona un descontrol físico por no tener las mismas condiciones que en su hábitat natural. Por ello, para lograr la reproducción en cautiverio sobre todo de especies de peces de gran valor comercial, que no logran desovar espontáneamente, se ha recurrido a la inducción o estimulación hormonal, que en muchos casos es la única alternativa para inducir el proceso reproductivo. Aunado a ello se ha centrado la atención en conocer la biología y fisiología de la especie, ya que cada organismo reacciona de manera específica al manejo al que son sometidos.

Actualmente, se conocen diferentes sustancias hormonales disponibles que se utilizan para inducir la reproducción en peces, algunos ejemplos son el extracto de hipófisis de carpa (EHC), preparaciones de gonadotropinas (GtHs) de salmón o carpa, hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH), entre muchos otros.

En esta lección conocerás aspectos fundamentales del desove natural e inducido para especies producidas en cautiverio y algunos métodos actuales para el control hormonal en especies de interés comercial, los cuales forman parte de las competencias profesionales a desarrollar. De igual forma, las actividades te permitirán reforzar competencias genéricas como el ser crítico y reflexivo, serás capaz de generar tu autoaprendizaje. Así como reforzarás competencias disciplinares relacionadas con los niveles de organización química, biológica, física y ecológica de los sistemas vivos.



¡Vamos a aprender!

Los procesos reproductivos

El conocimiento para entender los procesos reproductivos en diferentes especies de peces ha implicado grandes esfuerzos a nivel mundial, numerosas investigaciones han buscado comprender los cambios que ocurren a nivel sexual en el organismo, la transmisión de la información y los factores involucrados para la maduración de los gametos principalmente en condiciones de cautiverio que en la práctica son la base de las actividades productivas que aseguran el éxito de un cultivo. Dos de los eventos fundamentales son:

- a) La ovogénesis, proceso que ocurre en las hembras, en donde las oogonias sufren una fase de división por mitosis formando los oocitos primarios (primera división meiótica), proceso que continúa durante toda la vida en el ovario de los peces que desovan en varias ocasiones durante el año, los cuales culminan su maduración dando lugar a la célula de mayor tamaño conocido como óvulo.
- b) La espermatogénesis o espermiación, proceso donde las espermatogonias (células germinativas) se convierten en espermatozoide a partir de varios cambios celulares que ocurren en los testículos. Las espermatogonias pasan por un proceso de mitosis para dar origen a los espermaticitos, los que a su vez forman las espermátides, y a partir de este proceso se originan los espermatozoides, en el proceso conocido como, espermiogénesis. En este proceso se forman 4 gametos viables a diferencia de la ovogénesis donde se obtiene un óvulo por cada oogonia.

El desove

Los organismos han desarrollado estrategias reproductivas para asegurar la continuidad de su especie.

- a) En un proceso de **reproducción natural**, las hembras liberan los huevos en el agua y de manera simultánea los machos liberan espermatozoides para fertilizar los huevos. El lugar de desove varía de acuerdo con las condiciones requeridas por la especie para desovar, las exigencias están relacionadas con la calidad de agua, disponibilidad de alimento y los refugios que garanticen la supervivencia de las crías.



Reproductores de salmón y área natural de desove.

- b) En la **reproducción inducida**, para el desove, interviene la mano humana, y se considera artificial, debido a que consiste en sacar los huevos de la hembra y el esperma del macho para realizar la fecundación. El desove se lleva a cabo tomando a la hembra para exprimirla. Para ello se le toma del pedúnculo caudal realizando un masaje abdominal desde la zona de las aletas pectorales hasta el ano; el masaje consiste en una presión suave pero firme. Procurando sacar todos los huevos que se encuentran dentro del pez. Los huevos se depositan en un recipiente de plástico seco y desinfectado, y se mezcla con el semen extraído de los machos por el mismo procedimiento.



Inducción hormonal. Fotografía, Ruíz Andrade, 2021.



Desove manual. Fotografía, Ruíz Andrade, 2021.

La influencia de los factores ambientales

Los eventos reproductivos están sujetos a múltiples estímulos del ambiente, los cuales, son integrados por el sistema endocrino, encargado de regular todos los procesos fisiológicos, incluyendo la reproducción. Una de las sustancias químicas que libera el sistema endocrino son las hormonas, encargadas de la transmisión de información entre los diferentes órganos y tejidos. Los componentes que integran este sistema conforman el denominado eje Cerebro-Hipófisis-Gónada.

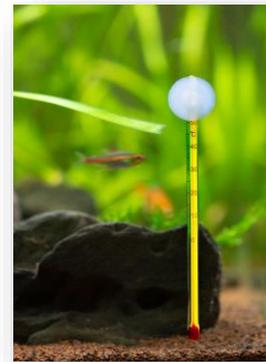
Los peces cultivados bajo condiciones de cautiverio no experimentan los estímulos ambientales suficientes para desencadenar respuestas endocrinas que dirigen el proceso reproductivo. Se conoce que los estímulos ambientales al actuar sobre el hipotálamo ocasionan la liberación de la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH) la cual estimula las células gonadotropas de la hipófisis y ocurre la producción de la hormona FSH, encargada de la formación de vitelo y de la hormona LH, responsable de la maduración final de los ovocitos.

Algunos de los factores ambientales que mayor influencia tiene en los procesos reproductivos son:

1) La luz: cuando se maneja artificialmente el fotoperiodo se conoce que es posible retrasar o adelantar la época reproductiva. Siendo uno de los factores más importante en el reloj biológico de las especies. Algunas de sus funciones son la de controlar y activar el mecanismo diario (circadiano) del nivel de hormonas interno; Controla los eventos fisiológicos entre las estaciones del año en conjunto con la temperatura (maduración sexual, anidación, migración etc.).



2) La temperatura: participa en varios procesos fisiológicos dentro de la reproducción, como el inicio de la maduración sexual (gametogénesis), el comportamiento en la búsqueda de pareja, apareamiento, cambios de color, entre otras. En los sistemas de cultivo la temperatura debe mantenerse bajo ciertos límites, debido a que un aumento o disminución brusca pueden bloquear o afectar funciones como el metabolismo, crecimiento, el sistema inmune, y la reproducción.



De esta forma, la descendencia, es el resultado de las condiciones a la que estuvieron los padres, mientras más acondicionados hayan estado con todos los factores ambientales incluyendo una buena dieta, las larvas o alevines serán fuertes con buenas probabilidades de sobrevivir.

Se conoce que, en la naturaleza, alrededor del 1% de los peces recién eclosionados podrán sobrevivir hasta la etapa adulta (reproductiva), mientras que, en cultivo, se logra hasta un 90%, dependiendo de la especie.

El uso de hormonas para el desove

El reto de la acuicultura es lograr controlar el proceso reproductivo en los peces, con el objetivo de tener la capacidad de producir crías de manera constante para mantener ciclos de producción permanente, se realice la selección de especies, se pueda mejorar el crecimiento, se modifique los periodos de reproducción y sobre todo se reduzca los problemas relacionados con la madurez sexual que ayude a la sobrevivencia de la especie y éxito de un cultivo.

La principal problemática de las especies mantenidas en sistemas de cautiverio es que sufren disfunciones reproductivas, muchas veces, las hembras aun cuando desarrollen gónadas en forma normal no logran la maduración final del oocito, la ovulación y/o la puesta, mientras que los machos, aun cuando se pueden adaptar mejor a las condiciones de un cultivo, el estrés provoca que produzca menor volumen de semen, o células de mala calidad.

En algunos casos se logra manipular algunos factores ambientales como el fotoperiodo, temperatura, salinidad, luz, pH, que logran mejorar la calidad de las puestas. Sin embargo, en algunas especies los tratamientos hormonales son la única alternativa para inducir los procesos reproductivos en los peces que se cultivan.

En los últimos años, la forma de lograr el control de la reproducción en los peces es mediante el uso de hormonas, las cuales son sustancias químicas producidas por un órgano, o por parte de él, cuya función es la de regular la actividad de un tejido determinado o de otros órganos.

El sistema endocrino

En los vertebrados como es el caso de los peces, la reproducción es regulada por el cerebro a través de la hormona liberadora de gonadotropina (GnRH) que se produce en el hipotálamo. La hipófisis es una glándula que lleva a cabo el control de la reproducción a través de dos hormonas gonadotróficas: la hormona folículo estimulante (FSH o GtH I), que regula la vitelogénesis en hembras y la espermatogénesis en los machos, y la hormona luteinizante (LH o GtH II), encargada de controlar la maduración final del oocito en las hembras.

Alteraciones en el proceso reproductivo

De manera general, las condiciones ambientales inadecuadas, manejo, alimentación y el estrés al que se someten los organismos en un cultivo, generan alteraciones en el proceso normal de reproducción de los organismos mantenidos en cautiverio, observado más en las hembras que en los machos, entre los que se pueden observar la ausencia en el desarrollo de gónadas, en la cual, no se desarrolla la vitelogénesis ni espermatogénesis; ausencia de la maduración final de los oocitos, ausencia de desove en la que a pesar de ocurrir la vitelogénesis, madurar oocitos y la ovulación, el organismo no realiza la puesta, por lo que los oocitos maduros deben ser extraídos manualmente desde la cavidad abdominal de la hembra. En el caso de los machos ocurre principalmente la reducción de la cantidad y calidad de los gametos (Zohar y Mylonas, 2001, tomado de: Valdebenito I., 2008).

El uso de hormonas para el control de la reproducción en peces

La reproducción de las especies cultivadas está restringida a un período y estación determinados cuando las condiciones ambientales son óptimas. Por lo anterior, el uso de hormonas en el control de la reproducción en peces ha fijado su atención en inducir a la maduración del oocito, la ovulación, espermiación y el desove en cautiverio para mejorar el rendimiento productivo de un cultivo.

Algunas ventajas que proporciona la inducción hormonal, es que permite adelantar la maduración, ovulación y desove para organismos en cautiverio; acorta la duración del periodo de puestas que ayuda a evitar el estrés en los organismos; así como permite obtener huevos que sirven para programas de fertilización artificial.

Algunas técnicas más utilizadas para el control de la reproducción son las siguientes:

- 1) Preparados de gonadotrofinas (GtH). Son, una serie de hormonas exógenas, producidas en la hipófisis, que actúan sobre las glándulas sexuales y de esta forma, regulan la reproducción, han servido para inducir la maduración final del oocito y la ovulación en peces.
- 2) Hipofisación y extractos de hipófisis de peces. Se refieren al uso de extractos de hipófisis para inducir la puesta en peces. Se suele recolectar hipófisis de peces machos y hembras sexualmente maduros, esto, debido a que las glándulas durante el periodo de puesta son más efectivas en inducir la ovulación, por la acumulación de GtH (principalmente LH) en la hipófisis antes y durante la estación de desoves. Cuando las glándulas se colectan, se almacenan en alcohol o deshidratan en acetona. El pez es inyectado intramuscular o intraperitoneal, con un diluido de solución fisiológica.
- 3) Gonadotrofina coriónica humana (hCG): Se conocen como gonadotrofinas de mamíferos, principalmente de yegua y humana (hCG), extraídas de orina de mujeres embarazadas. Esta hormona (hCG) ha sido utilizada para inducir al desove de peces en cautiverio, con mejores resultados por actuar muy semejante a la LH. Se utiliza en una dosis simple, lo cual ayuda porque no existe una excesiva manipulación de los peces a diferencia de la técnica de hipofisación, donde hay mayor manipulación. Las inyecciones pueden ser intramusculares, aplicándose en la musculatura dorsal del pez, o intraperitoneales a través de la base de las aletas pélvicas. Se conoce que las concentraciones utilizadas son de 100 y 4.000 UI por kg de peso del pez y se ha observado mejores resultados en combinación con la inyección de extractos de hipófisis. Una ventaja de la hCG, es que actúa directamente sobre la gónada y no requiere activar a la glándula hipófisis, induciendo la maduración final del oocito, provocando la espermiación y la puesta. Aunque se ha visto que se puede reducir o eliminar el efecto de la hormona en inyecciones posteriores.

Proceso de inducción hormonal

- 1) El primer paso en este proceso es la **captura de los reproductores**.



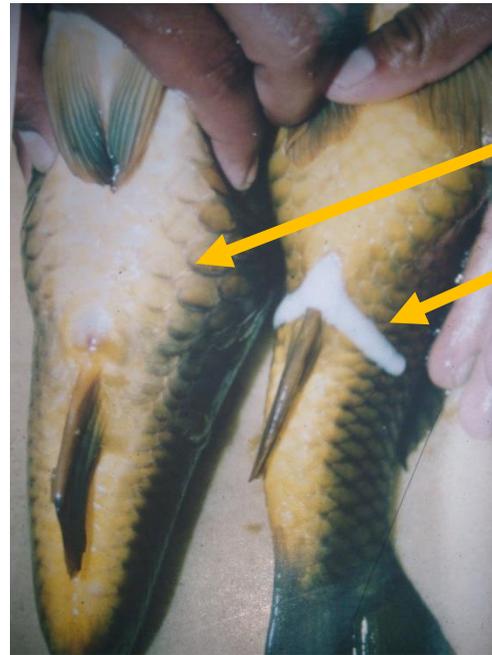
Redeo de carpas en estanque rústico. Fotografía: Ruíz Andrade, 2021

- 2) Paso dos, **selección de reproductores** maduros para inducción hormonal. Algunas cualidades buscadas son que el organismo tenga un óptimo crecimiento, resistencia a enfermedades, cubierta escamosa, capacidad de adaptación y ausencia de malformaciones.



Selección de organismos de estanque rústico. Fotografía: Ruíz Andrade, 2021.

Se eligen hembras listas para el desove, que muestren la papila genital dilatada y rojiza, el abdomen abultado y suave. El macho con una ligera presión en el abdomen permita la salida de semén,



Hembra

Macho

3) Paso tres, **traslado de reproductores** para procedimiento de inducción hormonal.



Red para manipulación de organismos. Fotografía: Ruíz Andrade, 2021

- 4) Paso cuatro, **biometría de reproductores**, para determinar, si el organismo cumple con los parámetros de peso y talla.



Peso y longitud total del organismo. Fotografías: Ruíz Andrade, 2021

- 5) Paso cinco, **marcado de reproductores** que se utilizarán para el proceso de inducción hormonal, aislados por separado.



Reproductores marcados. Fotografías: Ruíz Andrade, 2021.

- 6) Paso seis, **inducción hormonal**. El preparado de extracto pituitario se inyecta intramuscularmente en la parte posterior de la base de la aleta pectoral.



Inyección de extracto pituitario para la inducción al desove. En carpa común se utiliza para hembras 2 mg/kg y para machos 1 mg/kg. Fotografías: Ruíz Andrade, 2021.

- 7) Paso siete, **desove manual** de reproductores. Después de 24 horas de aplicar la hormona se realiza la extracción manual de los huevos de la hembra para la fertilización. Una vez ocurrido el desove, se induce al macho para la fertilización.



Hembra desovando. Fotografía: Ruíz Andrade, 2021.



Fertilización de huevos. Fotografía: Ruíz Andrade, 2021.

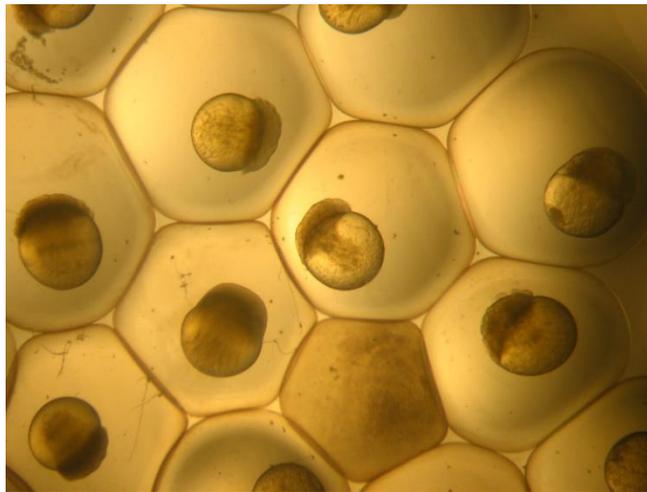
- 8) Paso ocho, **hidratación de los huevos fertilizados.**



La mezcla de huevos se vacía a un contenedor mayor, añadiendo agua para la hidratación. Fotografías: Ruíz Andrade, 2021.



Con movimientos suaves se realiza la mezcla con el agua para propiciar una hidratación correcta. Fotografías: Ruíz Andrade, 2021.



Huevos fertilizados. Fotografías: Ruíz Andrade, 2021

- 9) Paso nueve, **incubación de huevos fertilizados**. Los huevos fecundados son depositados en una incubadora para la siguiente fase de alevinaje.



Incubación de huevos fertilizados. Fotografías: Ruíz Andrade, 2021.

Preparación de extracto pituitario de carpa

Para preparar la hormona, extracto pituitario de carpa, se siguen los siguientes pasos:

- 1) **Elección del tipo de hormona.** Se elige el producto a utilizar, en este ejemplo “extracto de pituitaria de carpa”.



*Extracto de pituitaria de carpa (C.P.E., Carp pituitary extract).
Fotografía: Ruíz Andrade, 2021.*

- 2) **Pesaje de la hormona.** Se pesa la cantidad de extracto en una balanza analítica, considerando la especie, el peso del organismo y la época del año en la que se vaya a aplicar. En el caso de la carpa común se utiliza 2mg/kg en las hembras y 1mg/kg en los machos.



Pesaje de extracto de pituitaria de carpa (C.P.E., Carp pituitary extract) en balanza analítica. Fotografía: Ruíz Andrade, 2021.

3. Macerado de la hormona. Con el producto pesado se muele en un mortero.



*Macerado del extracto de pituitaria de carpa.
Fotografía: Ruíz Andrade, 2021.*

4) Preparación de dilución. Con el macerado de la hormona se realiza una dilución con solución salina fisiológica.



*Dilución de extracto de pituitaria de carpa.
Fotografía: Ruíz Andrade, 2021.*

5. Preparación de inyección. Una vez lista la dilución de hipófisis, se preparan las jeringas con la cantidad requerida, de acuerdo con la especie seleccionada para el desove, el peso del organismo y la época del año en la que se vaya a aplicar.



*Preparación de hormona en jeringas desechables para carpa común. Fotografía:
Ruíz Andrade, 2021*

Fuentes:

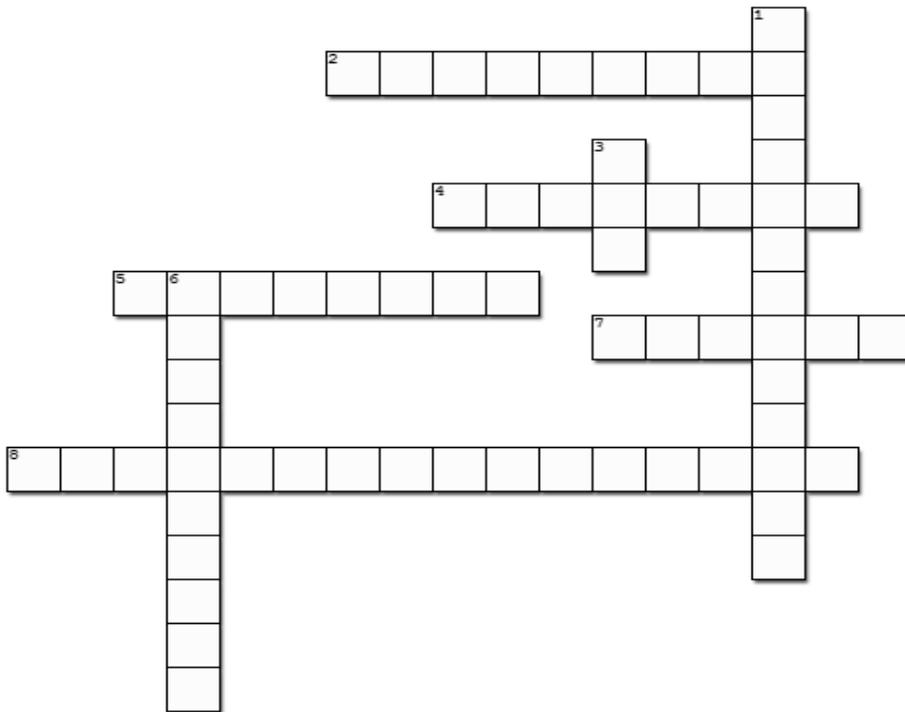
- Carrillo Estévez, M. A. (2009). La reproducción de los peces: aspectos básicos y sus aplicaciones en acuicultura. Madrid: Fundación OESA, CSIC, Ministerio de ciencia e innovación, Ministerio de medio ambiente y medio rural y marino, pp. 722. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/378093228/Manuel-Adrian-Carrillo-Estevez-La-Reproduccion-de-los-Peces-Aspectos-Basicos-y-sus-Aplicaciones-en-Acuicultura-pdf>
- Daza, P. V., Landines P., M. A. & Sanabria O., A. I., (2005). Reproducción de los peces en el trópico. Bogotá: INCODER. Universidad Nacional de Colombia. Pp. 11-42.
- Lagler KF, J Bardach, R Millar & D May Pasino. (1984). Ictiología. AGT, México, pp. 489.
- I. Valdebenito. (2008). Terapias hormonales utilizadas en el control artificial de la madurez sexual en peces de cultivo: una revisión. Arch Med Vet, 40, 115-123.



Actividad de aprendizaje

Ahora para reafirmar tus conocimientos sobre el tema resuelve las siguientes actividades con la información que leíste anteriormente

Resuelve el crucigrama con la información que leíste.



Created using the Crossword Maker on TheTea

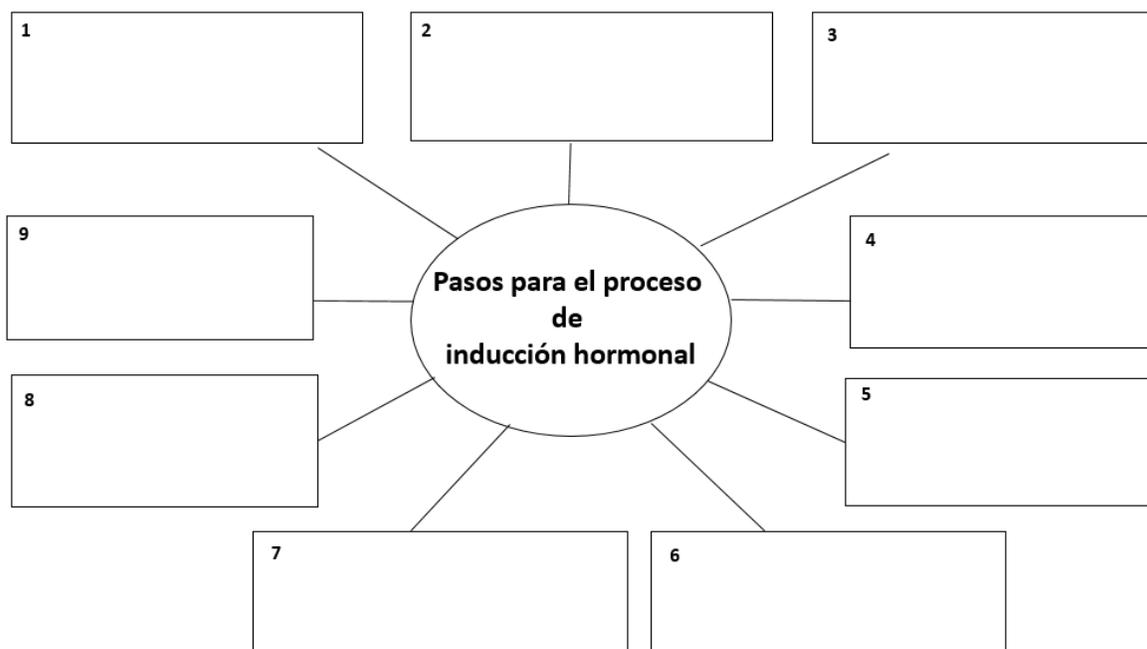
Horizontal

2. Es el sistema encargado de regular todos los procesos fisiológicos, incluyendo la reproducción.
4. Tipo de reproducción que consiste en sacar los huevos de la hembra y el esperma del macho para realizar la fecundación.
5. Sustancias químicas cuya función es la de regular la actividad de un tejido determinado o de otros órganos.
7. Puesta de huevos por parte de las hembras en peces y otros organismos.
8. Proceso donde las espermatogonias (células germinativas) se convierten en espermatozoide.

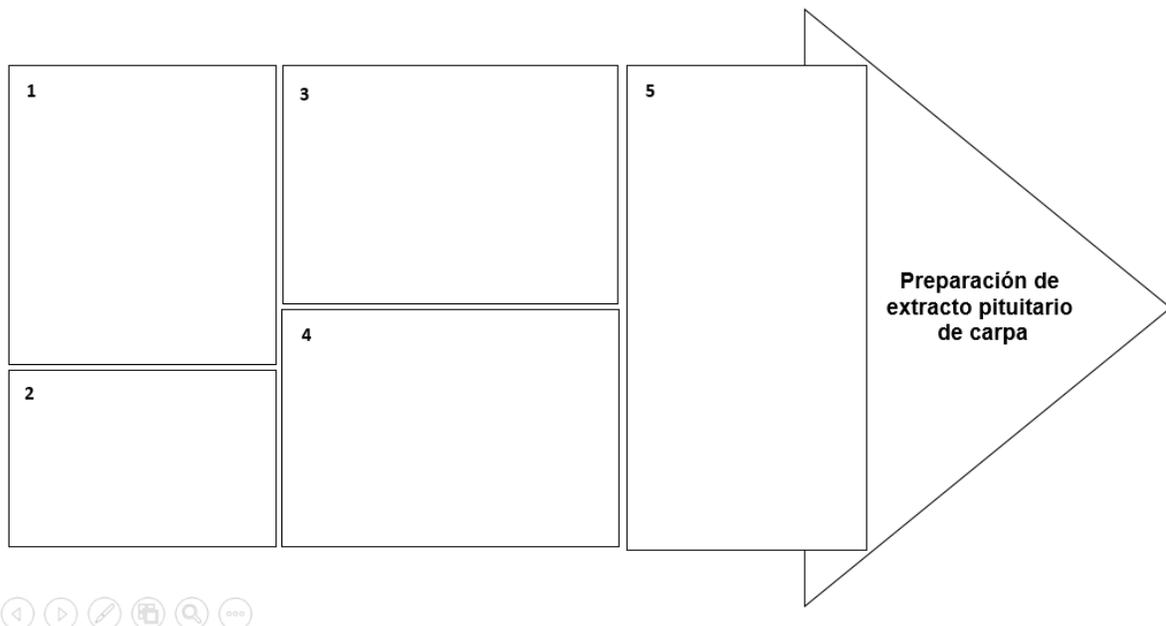
Vertical

1. Es una de las hormonas más utilizada en la técnica de reproducción controlada de los peces.
3. Factor ambiental que mayor influencia tiene en los procesos reproductivos.
6. Proceso que ocurre en las hembras, culminan dando lugar a la célula de mayor tamaño conocido como óvulo.

Coloca en cada cuadro cada uno de los pasos para el proceso de Inducción hormonal.



Enlista los pasos en la preparación de extracto pituitario de carpa.



Indicadores	Lo puedo hacer	Tengo dudas	Necesito trabajar más
Comprendo el concepto de reproducción inducida.			
Comprendo la diferencia entre desove natural e inducido.			
Identifico la importancia de la luz y temperatura para regular procesos fisiológicos dentro de la reproducción.			
Puedo explicar la función del sistema endocrino.			
Conozco las hormonas utilizadas en la piscicultura.			
Comprendo la importancia de la reproducción controlada para una especie de interés comercial.			



Para saber más

Recomendaciones para complementar tus aprendizajes.

- Inducción Hormonal - Reproducción Inducida en Peces PARTE 2
<https://www.youtube.com/watch?v=Y2cVXys1PIY>
- Parentales - Reproducción Inducida en Peces PARTE 1
<https://www.youtube.com/watch?v=s1J-jv1l9Fw>
- Reproducción inducida en peces <https://www.youtube.com/watch?v=-ah39EFbv6M>
- Manejo de la eclosión - Reproducción Inducida en Peces PARTE 3
<https://www.youtube.com/watch?v=2XvEFWNyEgq>